



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109964177 B

(45) 授权公告日 2021.11.02

(21) 申请号 201780064585.5

(22) 申请日 2017.10.19

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109964177 A

(43) 申请公布日 2019.07.02

(30) 优先权数据  
62/410,397 2016.10.20 US  
15/730,551 2017.10.11 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.04.18

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2017/057453 2017.10.19

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02018/075804 EN 2018.04.26

(73) 专利权人 科磊股份有限公司  
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 宏·萧 N·古特曼

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

代理人 刘丽楠

(51) Int.Cl.  
G03F 7/20 (2006.01)  
H01L 21/027 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 103201682 A, 2013.07.10  
TW 201511156 A, 2015.03.16  
CN 102483582 A, 2012.05.30  
TW 201324061 A, 2013.06.16  
CN 101650534 A, 2010.02.17

审查员 张婷

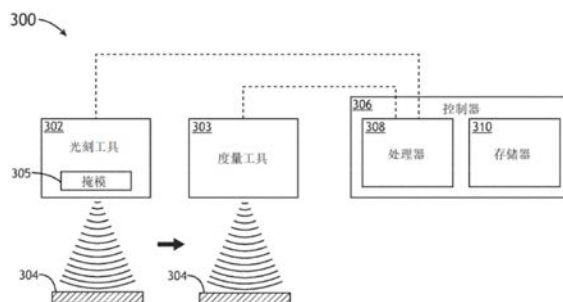
权利要求书4页 说明书9页 附图11页

### (54) 发明名称

用于产生在度量测量中使用的经编程缺陷的方法及系统

### (57) 摘要

一种用于产生且实施经编程缺陷的系统包含光刻工具,所述光刻工具经配置以在样本上形成包含第一阵列图案及第二阵列图案的多图案结构。所述第一阵列图案或所述第二阵列图案含有经编程缺陷以将所述第一阵列图案与所述第二阵列图案区分开。所述系统包含度量工具,所述度量工具经配置以获取所述第一阵列图案及所述第二阵列图案的一或多个图像,所述一或多个图像具有含有所述经编程缺陷的视场。所述系统包含包括一或多个处理器的控制器。所述一或多个处理器经配置以从所述度量工具接收所述第一阵列图案及所述第二阵列图案的所述图像,且确定与所述第一阵列图案或所述第二阵列图案相关联的度量参数。



1. 一种度量系统,其包括:

光刻工具,其经配置以在样本上形成包含在第一层中的第一阵列图案及在第二层中的第二阵列图案的多图案结构,其中在所述第一层中的所述第一阵列图案或在所述第二层中的所述第二阵列图案中的至少一者含有经编程缺陷以相对于所述第二阵列图案改变所述第一阵列图案的所述图案以将所述第一阵列图案与所述第二阵列图案区分开;

度量工具,其经配置以获取所述第一阵列图案及所述第二阵列图案的一或多个图像,所述一或多个图像具有含有所述经编程缺陷的视场;及

控制器,其包含一或多个处理器,其中所述一或多个处理器经配置以致使所述一或多个处理器执行存储器中所含有的一组程序指令,其中所述一组程序指令经配置以致使所述一或多个处理器:

从所述度量工具接收包含所述经编程缺陷的所述第一阵列图案及所述第二阵列图案的所述一或多个图像;及

基于包含所述经编程缺陷的所述第一阵列图案和所述第二阵列图案的所述一或多个图像确定与所述第一阵列图案及所述第二阵列图案中的至少一者相关联的一或多个度量参数。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述确定与所述第一阵列图案及所述第二阵列图案中的至少一者相关联的一或多个度量参数包括:

确定所述第一阵列图案与所述第二阵列图案之间的叠对误差。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中所述确定与所述第一阵列图案及所述第二阵列图案中的至少一者相关联的一或多个度量参数包括:

确定所述第一阵列图案及所述第二阵列图案中的至少一者的临界尺寸CD。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中所述确定与所述第一阵列图案及所述第二阵列图案中的至少一者相关联的一或多个度量参数包括:

确定所述第一阵列图案及所述第二阵列图案中的至少一者的临界尺寸均匀性CDU。

5. 根据权利要求1所述的系统,其中所述经编程缺陷包括:

突出缺陷、侵入缺陷、捏缩缺陷、间隙缺陷、针孔缺陷、弯曲缺陷或桥接缺陷中的至少一者。

6. 根据权利要求1所述的系统,其中所述经编程缺陷形成于所述样本的切割道区域、虚拟填充区域或实际装置区域中的至少一者中。

7. 根据权利要求1所述的系统,其中所述光刻工具包括:

极紫外EUV光刻工具或电子束光刻工具中的至少一者。

8. 根据权利要求1所述的系统,其中所述度量工具包括:

扫描电子显微术SEM度量工具。

9. 根据权利要求1所述的系统,其中所述样本包括:

半导体晶片。

10. 一种光刻工具,其包括:

照射源;

掩模载台,其经配置以固定一或多个图案掩模;

样本载台,其经配置以固定样本;及

一组光学器件,其经配置以将照射从所述照射源引导到所述一或多个图案掩模,以将两个或两个以上图案从所述一或多个图案掩模投射到所述样本上,

其中所述一或多个图案掩模包含含有一或多个经编程缺陷的至少一个阵列图案,其中所述一或多个图案掩模经配置以在所述样本上形成在第一层中的第一阵列图案及在第二层中的第二阵列图案,其中所述第一阵列图案或所述第二阵列图案中的至少一者含有经编程缺陷以相对于所述第二阵列图案改变所述第一阵列图案的所述图案以将所述第一阵列图案与所述第二阵列图案区分开。

11. 根据权利要求10所述的光刻工具,其进一步包括:  
控制器。

12. 根据权利要求11所述的光刻工具,其中所述控制器经配置以确定与所述第一阵列图案及所述第二阵列图案中的至少一者相关联的一或多个度量参数。

13. 根据权利要求12所述的光刻工具,其中所述控制器进一步经配置以确定所述第一阵列图案与所述第二阵列图案之间的叠对误差。

14. 根据权利要求12所述的光刻工具,其中所述控制器进一步经配置以确定所述第一阵列图案及所述第二阵列图案中的至少一者的临界尺寸CD。

15. 根据权利要求12所述的光刻工具,其中所述控制器进一步经配置以确定所述第一阵列图案及所述第二阵列图案中的至少一者的临界尺寸均匀性CDU。

16. 根据权利要求10所述的光刻工具,其中所述经编程缺陷包括:  
突出缺陷、侵入缺陷、捏缩缺陷、间隙缺陷、针孔缺陷、弯曲缺陷或桥接缺陷中的至少一者。

17. 根据权利要求10所述的光刻工具,其中所述光刻工具在所述样本的切割道区域、虚拟填充区域或实际装置区域中的至少一者中形成所述经编程缺陷。

18. 根据权利要求10所述的光刻工具,其中所述光刻工具包括:  
极紫外EUV光刻工具或电子束光刻工具中的至少一者。

19. 根据权利要求10所述的光刻工具,其中所述样本包括:  
半导体晶片。

20. 一种度量工具,其包括:

电子束源,其经配置以产生初级电子束;

样本载台,其经配置以固定样本;

一组电子-光学元件,其经配置以将所述初级电子束的至少一部分引导到所述样本的一部分上;

检测器组合件,其经配置以检测从安置于所述样本上的两个或两个以上阵列图案的一或多个部分发出的电子,其中所述两个或两个以上阵列图案中的在第一层中的第一阵列图案或在第二层中的第二阵列图案中的至少一者含有经编程缺陷以相对于所述第二阵列图案改变所述第一阵列图案的所述图案以将所述第一阵列图案与所述第二阵列图案区分开;  
及

控制器,其包含一或多个处理器,其中所述一或多个处理器经配置以致使所述一或多个处理器执行存储器中所含有的一组程序指令,其中所述一组程序指令经配置以致使所述一或多个处理器:

从所述检测器组合件接收与所述两个或两个以上阵列图案相关联的图像数据；及  
基于所述所接收到的图像数据而确定与所述两个或两个以上阵列图案相关联的一或多个度量参数。

21. 根据权利要求20所述的度量工具，其中所述控制器经配置以确定与所述第一阵列图案及所述第二阵列图案中的至少一者相关联的一或多个度量参数。

22. 根据权利要求20所述的度量工具，其中所述控制器进一步经配置以确定所述第一阵列图案与所述第二阵列图案之间的叠对误差。

23. 根据权利要求20所述的度量工具，其中所述控制器进一步经配置以确定所述第一阵列图案及所述第二阵列图案中的至少一者的临界尺寸CD。

24. 根据权利要求20所述的度量工具，其中所述控制器进一步经配置以确定所述第一阵列图案及所述第二阵列图案中的至少一者的临界尺寸均匀性CDU。

25. 根据权利要求20所述的度量工具，其中所述经编程缺陷包括：  
突出缺陷、侵入缺陷、捏缩缺陷、间隙缺陷、针孔缺陷、弯曲缺陷或桥接缺陷中的至少一者。

26. 根据权利要求20所述的度量工具，其中所述经编程缺陷形成于所述样本的切割道区域、虚拟填充区域或实际装置区域中的至少一者中。

27. 根据权利要求20所述的度量工具，其中所述度量工具包括：  
扫描电子显微术SEM度量工具。

28. 根据权利要求20所述的度量工具，其中所述样本包括：  
半导体晶片。

29. 一种度量目标，其包括：  
在第一层中的第一阵列图案，其形成于样本上；及  
在第二层中的第二阵列图案，其形成于所述样本上，其中所述第一阵列图案或所述第二阵列图案中的至少一者包含经编程缺陷以相对于所述第二阵列图案改变所述第一阵列图案的所述图案以在所述度量目标的一或多个图案中将所述第一阵列图案与所述第二阵列图案区分开。

30. 根据权利要求29所述的度量目标，其中所述经编程缺陷包括：  
突出缺陷、侵入缺陷、捏缩缺陷、间隙缺陷、针孔缺陷、弯曲缺陷或桥接缺陷中的至少一者。

31. 根据权利要求29所述的度量目标，其中所述经编程缺陷形成于所述样本的切割道区域、虚拟填充区域或装置区域中的至少一者中。

32. 根据权利要求29所述的度量目标，其中所述第一阵列图案或所述第二阵列图案中的至少一者包括：  
线阵列图案。

33. 根据权利要求29所述的度量目标，其中所述第一阵列图案或所述第二阵列图案中的至少一者包括：  
二维图案元素阵列。

34. 根据权利要求29所述的度量目标，其中所述第一阵列图案及所述第二阵列图案经配置以借助度量工具进行测量。

35. 根据权利要求34所述的度量目标, 其中所述第一阵列图案及所述第二阵列图案经配置以借助基于成像的叠对度量工具进行一或多个叠对测量。

36. 根据权利要求34所述的度量目标, 其中所述第一阵列图案及所述第二阵列图案经配置以借助临界尺寸度量工具进行一或多个临界尺寸均匀性测量。

37. 根据权利要求34所述的度量目标, 其中所述度量工具包括:  
扫描电子显微术SEM度量工具。

38. 根据权利要求29所述的度量目标, 其中所述样本包括:  
半导体晶片。

## 用于产生在度量测量中使用的经编程缺陷的方法及系统

[0001] 相关申请案交叉参考

[0002] 本申请案依据35U.S.C. §119 (e) 主张2016年10月20日提出申请的标题为“用于以多图案化工艺形成的阵列图案中的基于半导体的CDU及叠对测量的经设计缺陷”的第62/410,397号美国临时申请案(其将肖洪指定为发明人)的权益且构成所述美国临时申请案的正规(非临时)专利申请案,所述美国临时申请案以全文引用方式并入本文中。

### 技术领域

[0003] 本发明一般来说涉及基于图像的度量,且特定来说涉及在经由多个图案化工艺形成的若干图案中产生且应用经编程缺陷以增强经由扫描电子显微术执行的度量测量。

### 背景技术

[0004] 制作例如逻辑及存储器装置的半导体装置通常包含使用大数目个半导体制作工艺来处理例如半导体晶片的衬底以形成所述半导体装置的各种特征及多个层级。随着半导体装置大小变得越来越小,开发增强型监测与检查装置及过程变得关键。在“显影后检验”(ADI)步骤之后,当前可使用光学测量系统对放置于半导体装置的裸片的切割道中的叠对目标执行叠对测量。此方法通常是快速的且在其中结果不合规的情形中,可对样本(例如,半导体晶片)进行重加工。随着装置特征大小继续按比例缩小且多重图案化工艺变得更广泛地用于集成电路(IC)芯片制造中,叠对控制变得更严格。另外,在ADI步骤处对切割道的光学叠对测量不再足够用于在“蚀刻后检验”(AEI)步骤处对实际IC装置的叠对控制。因此,在AEI步骤处在装置图案中使用扫描电子显微镜(SEM)叠对测量变得必要。

[0005] 当前,SEM叠对目标设计有线空间阵列图案,必须在第一掩模及第二掩模的边界处测量所述线空间阵列图案,使得可识别来自两个层的图案。此方法受限制,这是因为其仅可在阵列边界处执行。可对测试图案或装置图案形成所述方法,所述测试图案或装置图案通常由于负载效应(其对测量结果具有消极影响)而以不同于阵列中心的方式经图案化。因此,期望消除先前多图案测量方法的缺点的系统及方法。

### 发明内容

[0006] 根据本发明的一或多个实施例描述一种用于在多图案结构内产生且实施经编程缺陷以增强度量测量的系统。在一个实施例中,所述系统包含光刻工具,所述光刻工具经配置以在样本上形成包含第一阵列图案及第二阵列图案的多图案结构,其中所述第一阵列图案或所述第二阵列图案中的至少一者含有经编程缺陷以将所述第一阵列图案与所述第二阵列图案区分开。在另一实施例中,所述系统包含度量工具,所述度量工具经配置以获取所述第一阵列图案及所述第二阵列图案的一或多个图像,所述一或多个图像具有含有所述经编程缺陷的视场。在另一实施例中,所述系统包含控制器,所述控制器包含一或多个处理器,其中所述一或多个处理器经配置以致使所述一或多个处理器执行存储器中所含有的一组程序指令。在另一实施例中,所述一组程序指令经配置以致使所述一或多个处理器从所

述度量工具接收所述第一阵列图案及所述第二阵列图案的所述一或多个图像。在另一实施例中,所述一组程序指令经配置以致使所述一或多个处理器确定与所述第一阵列图案及所述第二阵列图案中的至少一者相关联的一或多个度量参数。

[0007] 应理解,前述大体描述及以下详细描述两者均仅为示范性及解释性的且不必限制所请求的本发明。并入本说明书中并构成本说明书的一部分的随附图式图解说明本发明的实施例,并与所述大体描述一起用于阐释本发明的原理。

## 附图说明

[0008] 所属领域的技术人员可通过参考附图更佳地理解本发明的众多优点,其中:

[0009] 图1A图解说明根据本发明的一个实施例的多图案线阵列结构的中央部分,其描绘其中叠对误差由于层中的一者的移位及不能够将所述多图案阵列结构的两个线图案阵列区别开而存在于所述两个线图案阵列之间的情形。

[0010] 图1B图解说明根据本发明的一个实施例的触点阵列结构的中央部分,其描绘其中叠对误差由于层中的一者的移位及不能够将所述触点阵列结构的两个图案阵列区别开而存在于所述两个图案阵列之间的情形。

[0011] 图2图解说明描绘根据本发明的一或多个实施例的用于在样本的多图案阵列结构中形成且使用一或多个经编程缺陷的方法的工艺流程。

[0012] 图3图解说明根据本发明的一或多个实施例的用于在样本的多图案阵列结构中产生且利用经编程缺陷的系统。

[0013] 图4A图解说明根据本发明的一或多个实施例的含有经编程或经设计缺陷的线空间阵列结构。

[0014] 图4B图解说明根据本发明的一或多个实施例的含有显示叠对误差的经编程缺陷的线空间阵列结构。

[0015] 图4C图解说明根据本发明的一或多个实施例的含有经编程缺陷的触点阵列结构。

[0016] 图4D图解说明根据本发明的一或多个实施例的显示叠对误差的触点阵列结构。

[0017] 图4E图解说明根据本发明的一或多个实施例的描绘在空间厚度变化的上下文中识别与自对准双重图案(SADP)的间距游动(pitch walk)相关联的根本原因的困难的SADP结构及形成有经编程缺陷的SADP结构。

[0018] 图4F图解说明根据本发明的一或多个实施例的描绘在心轴CD变化的上下文中识别与SADP的间距游动相关联的根本原因的困难的SADP结构及形成有经编程缺陷的SADP结构。

[0019] 图4G图解说明根据本发明的一或多个实施例的自对准四重图案(SAQP)结构,其图解说明识别与SAQP的间距游动相关联的根本原因的困难。

[0020] 图4H描绘根据本发明的一或多个实施例的形成有桥接缺陷的SAQP结构。

[0021] 图4I图解说明根据本发明的一或多个实施例的描绘各种类型的可能经编程缺陷的线空间阵列结构。

[0022] 图5图解说明根据本发明的一或多个实施例的用于在样本上产生含有一或多个经编程缺陷的多图案阵列结构的光刻工具的概念图。

[0023] 图6图解说明根据本发明的一或多个实施例的用于测量含有一或多个经编程缺陷

的多图案阵列结构的一或多个度量参数的度量工具的概念图。

### 具体实施方式

[0024] 现在将详细参考在附图中所图解说明的所揭示标的物。一般参考图1A到6,根据本发明描述用于在多图案结构中产生且利用经编程缺陷的系统及方法。

[0025] 本发明的实施例针对于一种用于在多图案结构的一或多个图案中产生经设计或经编程缺陷的系统。本发明的额外实施例针对于一种基于成像的度量工具,例如SEM,所述基于成像的度量工具利用形成于多层结构的一或多个层中的经编程缺陷作为用以将多层结构中的若干层区分开的标记。

[0026] 本发明的实施例解决与在借助多个图案化工艺形成的阵列中识别由不同掩模形成的图案相关联的困难。所述困难由于在最终图案化之后所有图案表现得一样而出现。在叠对的情形中,如果叠对移位存在于层之间,那么度量工具无法确定哪一层不正确地移位。举例来说,图1A描绘其中叠对误差由于层中的一者的移位而存在于线空间阵列102的两个层之间的情形。在此实例中,两个不同线阵列104、106以交错方式形成,借此第一图案结构104的线位于第二图案结构106的线之间。当发生线空间阵列中的一者中的移位时,当在多图案结构的中央部分处测量时确定哪一图案结构移位是极其困难的。

[0027] 通过另一实例的方式,图1B描绘其中叠对误差由于层中的一者的移位而存在于光刻蚀刻-光刻蚀刻(LELE)触点阵列103的两个层之间的情形。如先前所述,确定哪一层不正确地移位对于度量工具来说是困难的。

[0028] 本发明的实施例允许通过在呈阵列图案的一或多个掩模层中添加经设计的SEM可检测缺陷(经编程缺陷)而对光刻蚀刻-光刻蚀刻(LELE)多重图案化层之间的叠对误差进行基于SEM的测量。所述经编程缺陷可放置于,但不需要放置于切割道区域、虚拟填充区域或实际装置阵列区域中。在具有来自设计数据的精确位置信息的情况下,SEM度量工具可驱动到经设计缺陷,获取一或多个SEM图像,识别来自多重图案化的不同掩模层的图案,且测量不同掩模之间的叠对误差。应注意,这些SEM图像还可用于在用多重图案化工艺的不同掩模层形成的阵列中测量结构的临界尺寸(CD)及临界尺寸均匀性(CDU)。本发明的实施例还使得能够确定自对准双重图案化(SADP)或自对准四重图案化(SAQP)的间距游动的根本原因。此能力对于叠对测量是关键的,因为在不将当前层与先前层区别开的情况下无法执行有意义测量。

[0029] 本发明的实施例在多重图案化工艺中所使用的一或多个掩模中的阵列矩阵中的一者中添加经编程缺陷,如上文所述,此有助于识别经由一或多个掩模形成的阵列中的图案。所述经编程缺陷可形成于测试图案或实际装置图案的阵列中。

[0030] 图2图解说明根据本发明的一或多个实施例的描绘一或多个经编程缺陷的形成及使用的工艺流程200。在步骤202中,在样本上的多图案结构的一或多个图案中形成一或多个经编程缺陷。举例来说,可将一或多个经编程缺陷添加到由光刻工具使用的一或多个掩模的阵列矩阵中。接着,可使用所述光刻工具来形成含有所述样本上的一或多个经编程缺陷的阵列图案。在步骤204中,从样本获取经编程缺陷的位置处的一或多个图像。举例来说,一或多个基于成像的度量工具(例如但不限于SEM)可获取经编程缺陷的位置处的阵列图案的一或多个图像。在步骤206中,处理从阵列图案获取的经编程缺陷的位置处的一或多个图



像且测量一或多个度量参数。举例来说,基于从阵列图案获取的一或多个经编程缺陷的位置处的图像数据,测量或确定一或多个度量图案,例如叠对误差或CD/CDU。

[0031] 图3图解说明根据本发明的一或多个实施例的用于在样本的一或多个阵列结构中产生且利用经编程缺陷的系统300。在一个实施例中,系统300包含光刻工具302、基于成像的度量工具303及/或控制器306。

[0032] 在一个实施例中,光刻工具302经配置以用于在一或多个样本304上形成多个阵列图案。举例来说,光刻工具302可经配置以实施一或多个掩模305。一或多个掩模305可用于在样本304上形成一或多个选定阵列图案。在一个实施例中,一或多个掩模305可经设计以在一或多个掩模305的一或多个阵列矩阵中包含一或多个经编程或经设计缺陷。光刻工具302可包含光刻技术中已知的任何光刻工具,例如但不限于电子束光刻工具或UV光刻工具(例如,EUV光刻工具)。

[0033] 在另一实施例中,系统300包含用于从一或多个样本304获取多个阵列图案的一或多个图像的度量工具303。度量工具303可包含适合用于对形成于半导体样本上的图案执行基于成像的叠对测量及/或CD/CDU测量的任何基于成像的度量工具。举例来说,度量工具303可包含但不限于SEM成像工具。

[0034] 在另一实施例中,系统300包含控制器306。控制器306可包含经配置以执行维持于存储器装置110上的程序指令的一或多个处理器308。就此来说,控制器306的一或多个处理器308可执行本发明通篇中所描述的各种工艺步骤中的任一者。举例来说,控制器306可控制光刻工具302的一或多个特征。通过另一实例的方式,控制器306可分析及/或解译来自度量工具303的度量数据以基于从安置于样本304上的多个阵列图案(例如,多层阵列结构)的一或多个部分获得的图像数据而确定叠对及/或CD/CDU,借此多个阵列图案的层中的一者的一或多个图案结构含有一或多个经编程缺陷。

[0035] 如图1A中所描绘,在其中两个不同图案阵列结构以交错方式形成(即,第一图案结构的线位于第二图案结构的线之间)的情形中,确定哪一图案结构已移位是困难的。

[0036] 图4A到4H图解说明根据本发明的一或多个实施例的经图案化阵列中的一或多个经编程缺陷的各种实施方案。应注意,图4A到4H中所描绘的特定经编程缺陷及实施方案上下文仅出于说明性目的而提供且不应解释为对本发明的范围的限制。本发明的经编程缺陷可延伸到任何多重图案化光刻上下文。

[0037] 图4A描绘根据本发明的一或多个实施例的含有经设计缺陷403的线空间阵列结构402。在一个实施例中,光刻工具302可形成线空间阵列,使得其包含第一线阵列404及第二线阵列406。举例来说,在光刻工具302内利用的一或多个掩模305的阵列矩阵包含经编程缺陷/特征,使得对应缺陷/特征在光刻处理期间形成于样本304上。在此实例中,经编程缺陷放置于第二线阵列406的线中的一或多者内。图4B描绘根据本发明的一或多个实施例的显示用于形成阵列结构402的掩模305中的叠对误差的线空间阵列结构402。在线阵列中的一者中包含经编程缺陷403允许通过成像技术改进第一线阵列404与第二线阵列406之间的区分。举例来说,度量工具303可获取配备有经编程缺陷403的线空间阵列结构402的图像,例如如图4A到4B中所展示。接着,由于能够将线阵列404与线阵列406区别开,因此控制器306可确定叠对误差是否存在于图案结构中且哪一线阵列移位。

[0038] 在一个实施例中,度量工具303可经配置以获得在经编程缺陷403的位置中具有大

视场 (FOV) 的图像。在另一实施例中,由控制器306执行一或多个图像特征检测算法以识别经编程缺陷403。一旦已识别经编程缺陷403,控制器306便可指导度量工具303对经编程缺陷403进行放大且获取高分辨率小FOV图像以实施用不同掩模形成的图案的测量(例如,CDU或叠对)。

[0039] 图4C描绘根据本发明的一或多个实施例的含有经设计缺陷413的触点阵列结构412。举例来说,触点阵列结构412可包含但不限于LELE触点阵列结构。在一个实施例中,光刻工具302可形成触点阵列结构412,使得其包含元素的第一阵列414及元素的第二阵列416。如图4C中所展示,在一个实施例中,元素的第一阵列414及元素的第二阵列416在不存在不对准时均等地散置。

[0040] 图4D描绘根据本发明的一或多个实施例的显示用于形成阵列结构412的掩模305中的叠对误差的触点阵列结构412。再次,在阵列416中的一者中包含经编程缺陷413允许通过成像技术改进第一阵列414与第二阵列416之间的区分。举例来说,度量工具303可获取配备有经编程缺陷403的触点阵列结构412的图像。接着,由于能够将阵列414与阵列416区分开,因此控制器306可确定叠对误差是否存在于两个阵列414、416之间,且如果叠对误差存在于两个阵列414、416之间,那么确定哪一阵列移位。

[0041] 图4E描绘根据本发明的一或多个实施例的图解说明在空间厚度变化的上下文中识别与SADP的间距游动相关联的根本原因的困难的自对准双重图案 (SADP) 结构420。另外,图4E描绘形成有桥接缺陷423的SADP结构421。桥接缺陷423的使用允许系统300确定与所观察到的间距游动相关联的根本原因。如图4E中所展示,桥接缺陷423的使用允许系统300确定间距游动的根本原因是否与空间厚度变化相关联。

[0042] 图4F描绘根据本发明的一或多个实施例的图解说明在心轴CD变化的上下文中识别与SADP的间距游动相关联的根本原因的困难的SADP结构424。另外,图4F描绘形成有桥接缺陷423的SADP结构425。如图4F中所展示,桥接缺陷423的使用允许系统300确定间距游动的根本原因是否与心轴CD变化相关联。

[0043] 图4G描绘根据本发明的一或多个实施例的图解说明识别与自对准四重图案 (SAQP) 的间距游动相关联的根本原因的困难的SAQP结构430。图4H描绘根据本发明的一或多个实施例的形成有桥接缺陷433的SAQP结构432。

[0044] 在自对准双重图案化或自对准四重图案化结构的上下文中使用经编程缺陷允许控制器306及用户确定这些结构中的间距的根本原因。应注意,SADP具有两个变量:心轴CD及间隔件厚度,而SAQP具有三个变量:心轴CD、第一间隔件厚度及第二间隔件厚度。

[0045] 一般来说,贯穿光刻工艺的各个阶段实施本发明的经编程缺陷允许系统300识别CDU及/或叠对误差的根本原因。举例来说,在利用经编程缺陷(及如本发明通篇中所描述的后续分析)的情况下,系统300可确定什么工艺步骤或工具是叠对误差及/或CDU的原因。例如,一或多个经编程缺陷的使用允许系统300确定给定度量问题(例如,叠对误差、CDU或类似者)是由光刻步骤(即,扫描仪)、薄膜沉积、化学机械平坦化 (CMP) 步骤还是蚀刻步骤导致。举例来说,如本发明通篇中所描述的一或多个经编程缺陷的使用可允许系统300确定是特定层上的蚀刻工具还是其CMP工具是特定度量问题(例如,叠对误差或CDU)的原因。

[0046] 图4I图解说明根据本发明的一或多个实施例的描绘各种类型的可能经编程缺陷的线空间阵列结构。应注意,虽然本发明通篇中已描绘虚线或间隙类型缺陷,但此特定类型

的经编程缺陷类型并非对本发明的范围的限制。在本文中认识到,可在本发明的各种实施例中实施各种类型的经编程或经设计缺陷。在一个实施例中,本发明的经编程缺陷可包含在图案结构中一或多者中的突出部441。在另一实施例中,本发明的经编程缺陷可包含在图案结构中一或多者中的侵入部442或“缺口”。在另一实施例中,本发明的经编程缺陷可包含在图案结构中一或多者中的颈缩或捏缩缺陷443。在另一实施例中,本发明的经编程缺陷可包含在图案结构中一或多者中的虚线或间隙缺陷444。在另一实施例中,本发明的经编程缺陷可包含在图案结构中一或多者中的针孔缺陷445。在另一实施例中,本发明的经编程缺陷可包含在图案结构中一或多者中的曲线缺陷446。

[0047] 虽然在单个多图案结构的单个线上图解说明图4I的各种缺陷类型441到446,但在本文中应注意,此布置并非对本发明的范围的限制且仅为了简单而提供。在本文中应注意,本发明的缺陷中的任一者可单独或结合半导体装置制造技术中已知的任何多图案结构中的一或多个其它缺陷来使用。

[0048] 图5是根据本发明的一或多个实施例的系统300的光刻工具302的概念图。光刻工具302可包含光刻图案产生技术中已知的任何光刻工具。在一个实施例中,光刻工具302可包含光学光刻工具。举例来说,如图5中所展示,光刻工具302可包含经配置以结合透射掩模操作的光学光刻工具。通过另一实例的方式,尽管未展示,但光刻工具302可包含经配置以结合反射掩模操作的光学光刻工具。在基于光学的光刻的情形中,光刻工具302可包含但不限于经配置以沿着光学轴线506产生一或多个照射束504的照射源502。一或多个照射束504可包含光的一或多个选定波长,包含但不限于极紫外辐射(EUV)、真空紫外辐射(VUV)、紫外(UV)辐射、可见辐射或红外(IR)辐射。在另一实施例中,光刻工具302可包含电子束光刻工具。举例来说,尽管未描绘,但光刻工具302可包含经配置以结合反射掩模操作的电子束光刻工具。在此实施例中,光刻工具302可包含电子束源,例如但不限于一或多个电子枪。

[0049] 在另一实施例中,光刻工具302包含掩模支撑装置508。掩模支撑装置508经配置以固定图案掩模305。在另一实施例中,光刻工具302包含一组投射光学器件,所述一组投射光学器件经配置以将由一或多个照射束504照射的图案掩模305的图像投射到安置于样本载台512上的样本304上以便产生与图案掩模305的图像对应的印刷图案元素。在另一实施例中,掩模支撑装置508可经配置以致动或定位图案掩模305。举例来说,掩模支撑装置508可将图案掩模305致动到相对于光刻工具302的投射光学器件的选定位置。

[0050] 样本304可包含适合用于接收图案掩模305的图像的任何数目个光敏材料及/或材料层。举例来说,样本304可包含抗蚀剂层514。就此来说,所述一组投射光学器件可将图案掩模305的图像投射到抗蚀剂层514上以暴露抗蚀剂层514。后续蚀刻步骤可移除经暴露材料(例如正性蚀刻)或未经暴露材料(例如负性蚀刻)以便在样本304上提供印刷特征。进一步地,可在此项技术中已知的任一成像配置中利用图案掩模305。举例来说,图案掩模305可为其中图案元素正性地成像为印刷图案元素的正性掩模(例如亮场掩模)。通过另一实例的方式,图案掩模305可为其中图案掩模305的图案元素形成负性印刷图案元素(例如间隙、空间或类似者)的负性掩模(例如暗场掩模)。

[0051] 控制器306可以通信方式耦合到掩模支撑装置508及/或样本载台512以指导图案掩模305上的图案元素转印到样本304。

[0052] 图6图解说明根据本发明的一个实施例的经布置以用于对样本304的多图案结构

执行基于SEM的度量的度量工具303。

[0053] 在一个实施例中,度量工具303包含用于产生一或多个电子束603的电子束源602。电子束源602可包含此项技术中已知的任何电子源。举例来说,电子束源602可包含但不限于一或多个电子枪。例如,电子束源602可包含用于产生单个初级电子束603的单个电子枪。在另一实例中,电子束源602可包含用于产生多个初级电子束的多个电子枪。

[0054] 在另一实施例中,度量工具303包含样本载台610。样本载台610固定样本304。样本304可包含适合用于借助电子束显微术进行基于图像的度量的任何样本,例如但不限于半导体晶片(例如,硅晶片)。在另一实施例中,样本载台610为可致动载台。举例来说,样本载台610可包含但不限于适合用于使样本304沿着一或多个线性方向(例如,x方向、y方向及/或z方向)选择性地平移的一或多个可平移载台。通过另一实例的方式,样本载台610可包含但不限于适合用于使样本304沿着旋转方向选择性地旋转的一或多个可旋转载台。通过另一实例的方式,样本载台610可包含但不限于适合用于使样本沿着线性方向平移的可平移载台及/或适合用于使样本304沿着旋转方向旋转的可旋转载台。

[0055] 在另一实施例中,度量工具303包含检测器组合件612。举例来说,检测器组合件612可包含但不限于次级电子检测器。通过另一实例的方式,检测器组合件612可包含但不限于反向散射电子检测器。应注意,检测器组合件612可包含此项技术中已知的任一类型的电子检测器。在一个实施例中,次级电子可使用埃弗哈特-索恩利(Everhart-Thornley)检测器(或其它类型的基于闪烁器的检测器)来收集及成像。在另一实施例中,电子可使用微通道板(MCP)来收集及成像。在另一实施例中,电子可使用PIN或p-n结检测器(例如二极管或二极管阵列)来收集及成像。在另一实施例中,电子可使用一或多个雪崩光电二极管(APD)来收集及成像。

[0056] 在另一实施例中,度量工具303包含一组电子-光学元件。所述一组电子-光学元件604可形成由光学轴线界定的电子-光学柱,如图6中所展示。出于简单目的,图6中描绘单个电子-光学柱。在本文中应注意,此配置不应解释为对本发明的限制。举例来说,度量工具303可包含多个电子-光学柱。

[0057] 所述一组电子-光学元件604可将初级电子束603的至少一部分引导到含有形成于样本304上的经编程缺陷403的多图案结构的选定部分上。所述一组电子-光学元件可包含基于SEM的度量技术中已知的任何电子-光学元件。在一个实施例中,所述一组电子-光学元件604包含一或多个电子-光学透镜。举例来说,所述一或多个电子-光学透镜可包含但不限于用于收集来自电子束源602的电子的一或多个聚光透镜606。通过另一实例的方式,所述电子-光学透镜可包含但不限于用于将初级电子束603聚焦到样本304的选定区上的一或多个物镜608。

[0058] 控制器306的一或多个处理器308可包含此项技术中已知的任何一或多个处理元件。在此意义上,一或多个处理器308可包含经配置以执行软件算法及/或指令的任何微处理器类型装置。在一个实施例中,一或多个处理器308可由桌上型计算机、主机计算机系统、工作站、图像计算机、平行处理器或经配置以执行经配置以如本发明通篇中所描述而操作系统300的程序的其它计算机系统(例如,联网计算机)组成。应认识到,本发明通篇中所描述的步骤可由单个计算机系统或替代地多个计算机系统实施。一般来说,术语“处理器”可在广义上经定义以涵盖具有执行来自非暂时性存储器媒体310的程序指令的一或多个处理

元件的任何装置。此外,系统300的不同子系统(例如,光刻工具、度量工具、工艺工具、显示器或用户接口)可包含适合用于实施本发明通篇中所描述的步骤的至少一部分的处理器或逻辑元件。因此,以上说明不应解释为对本发明的限制而仅是图解说明。

[0059] 存储器媒体310可包含此项技术中已知的适合用于存储可由相关联的一或多个处理器308执行的程序指令的任何存储媒体。举例来说,存储器媒体310可包含非暂时性存储器媒体。例如,存储器媒体310可包含但不限于只读存储器、随机存取存储器、磁性或光学存储器装置(例如,磁盘)、磁带、固态驱动器及类似者。在另一实施例中,媒体310经配置以存储来自光刻工具302或度量工具的一或多个结果及/或本文中描述的各个步骤的输出。应进一步注意,媒体310可与一或多个处理器308一起装纳在共同控制器外壳中。在替代实施例中,媒体310可相对于处理器及控制器306的物理位置位于远处。

[0060] 在另一实施例中,系统300包含用户接口。在一个实施例中,所述用户接口以通信方式耦合到控制器306的一或多个处理器308。在另一实施例中,所述用户接口可由控制器306利用以从用户接受选择及/或指令。在一些实施例中,显示器可用于将数据显示给用户。继而,用户可回应于经由显示装置显示给用户的数据而输入选择及/或指令。

[0061] 用户接口装置可包含此项技术中已知的任何用户接口。举例来说,用户接口可包含但不限于键盘、小键盘、触摸屏、控制杆、旋钮、滚轮、轨迹球、切换器、标度盘、滑条、滚动条、滑块、把手、触控板、桨、转向轮、操纵杆、遮光板安装的输入装置或类似者。在触摸屏接口装置的情形中,所属领域的技术人员应认识到,大量触摸屏接口装置可适合用于在本发明中实施。例如,显示装置可与触摸屏接口(例如但不限于电容性触摸屏、电阻性触摸屏、基于表面声波的触摸屏、基于红外线的触摸屏或类似者)整合在一起。在一般意义上,能够与显示装置的显示部分整合在一起的任何触摸屏接口适合用于在本发明中实施。

[0062] 显示装置可包含此项技术中已知的任何显示装置。在一个实施例中,显示装置可包含但不限于液晶显示器(LCD)、基于有机发光二极管(OLED)的显示器或CRT显示器。所属领域的技术人员应认识到,各种显示装置可适合用于在本发明中实施且显示装置的特定选择可取决于各种因素,包含但不限于外观尺寸、成本及类似者。在一般意义上,能够与用户接口装置(例如,触摸屏、遮光板安装的接口、键盘、滑鼠、轨迹垫及类似者)整合在一起的任何显示装置适合用于在本发明中实施。

[0063] 在一些实施例中,本文中所描述的系统300的控制器306可配置为“独立工具”或不物理地耦合到工艺工具的工具。在其它实施例中,控制器306可通过传输媒体(其可包含有线及/或无线部分)耦合到工艺工具、检验工具或度量工具。工艺工具可包含此项技术中已知的任何工艺工具,例如光刻工具、蚀刻工具、沉积工具、抛光工具、镀覆工具、清洗工具或离子植入工具。由本文中所描述的系统执行的度量及/或检验的结果可用于使用反馈控制技术、前馈控制技术及/或原位控制技术更改工艺或半导体制作工艺的工艺工具的参数。可手动或自动更改所述工艺或所述工艺工具的所述参数。

[0064] 本文中所描述的所有方法可包含将方法实施例的一或多个步骤的结果存储于存储媒体中。结果可包含本文中所描述的结果中的任一者且可以此项技术中已知的任何方式存储。存储媒体可包含本文中所描述的任何存储媒体或此项技术中已知的任何其它适合存储媒体。在已存储结果之后,所述结果可在所述存储媒体中经存取且由本文中所描述的方法或系统实施例中的任一者使用,经格式化以用于显示给用户,由另一软件模块、方法或系

统使用等。此外,可“永久性地”、“半永久性地”、临时性地或在某一时间周期内存储结果。举例来说,存储媒体可为随机存取存储器(RAM),且结果可不必无限期地存留于所述存储媒体中。

[0065] 所属领域的技术人员将认识到,当前技术水平已进展到其中系统方面的硬件实施方案与软件实施方案之间存在极小差别的程度;硬件或软件的使用一般(但并不始终,这是因为在特定上下文中硬件与软件之间的选择可变得重要)是表示成本与效率折中的设计选择。所属领域的技术人员将了解,存在本文中所描述的工艺及/或系统及/或其它技术可受其影响的各种载具(例如,硬件、软件及/或固件),且优选载具将随其中部署工艺及/或系统及/或其它技术的上下文而变化。举例来说,如果实施者确定速度及准确度是最重要的,那么所述实施者可选择主要硬件及/或固件载具;替代地,如果灵活性是最重要的,那么所述实施者可选择主要软件实施方案;或,再替代地,所述实施者可选择硬件、软件及/或固件的某一组合。因此,存在本文中所描述的工艺及/或装置及/或其它技术可受其影响的数个可能载具,所述载具中无一者固有地优于另一者,这是因为待利用的任一载具是取决于其中将部署所述载具的上下文及实施者的特定关注问题(例如,速度、灵活性或可预测性)(其中任一者可变化)的选择。所属领域的技术人员将认识到,实施方案的光学方面通常将采用光学导向的硬件、软件及/或固件。

[0066] 所属领域的技术人员将认识到,以本文中所陈述的方式描述装置及/或工艺,且此后使用工程实践来将此类所描述装置及/或工艺整合到数据处理系统中在此项技术内是常见的。即,本文中所描述的装置及/或工艺的至少一部分可经由合理量的实验整合到数据处理系统中。所属领域的技术人员将认识到,典型数据处理系统一般包含以下各项中的一或多者:系统单元外壳;视频显示装置;存储器,例如易失性及非易失性存储器;处理器,例如微处理器及数字信号处理器;计算实体,例如操作系统、驱动程序、图形用户接口及应用程序;一或多个互动装置,例如触控垫或触摸屏;及/或控制系统,其包含反馈回路及控制电动机(例如,用于感测位置及/或速度的反馈;用于移动及/或调整组件及/或数量的控制电动机)。可利用任何适合市售组件(例如,通常存在于数据计算/通信及/或网路计算/通信系统中的所述组件)来实施典型数据处理系统。

[0067] 据信,通过前述描述将理解本发明及许多其随附优点,且将明了可在不背离所揭示标的物或不牺牲所有其实质优点的情况下在组件的形式、构造及布置方面做出各种改变。所描述的形式仅是解释性的,且所附权利要求书的意图是涵盖并包含此类改变。

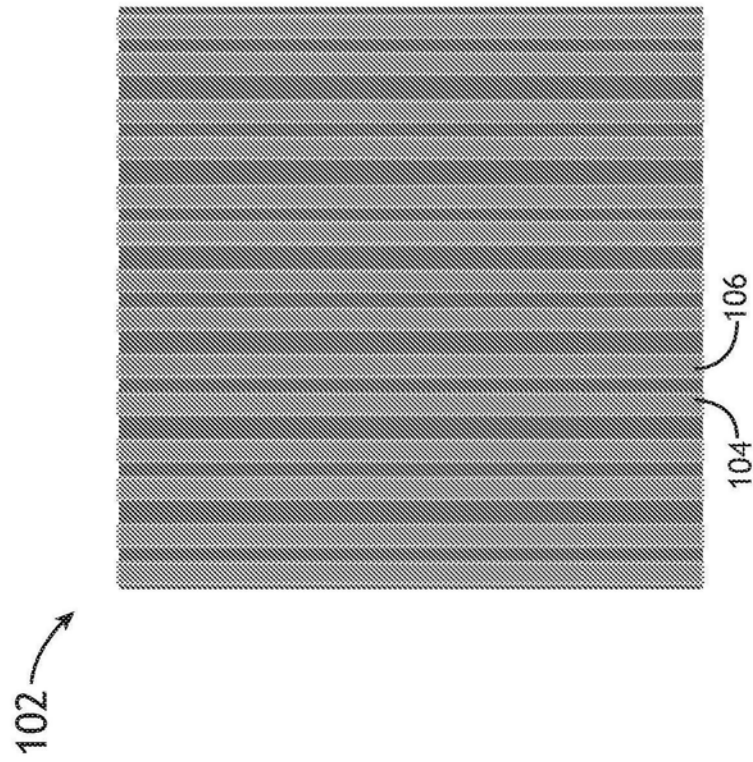


图1A

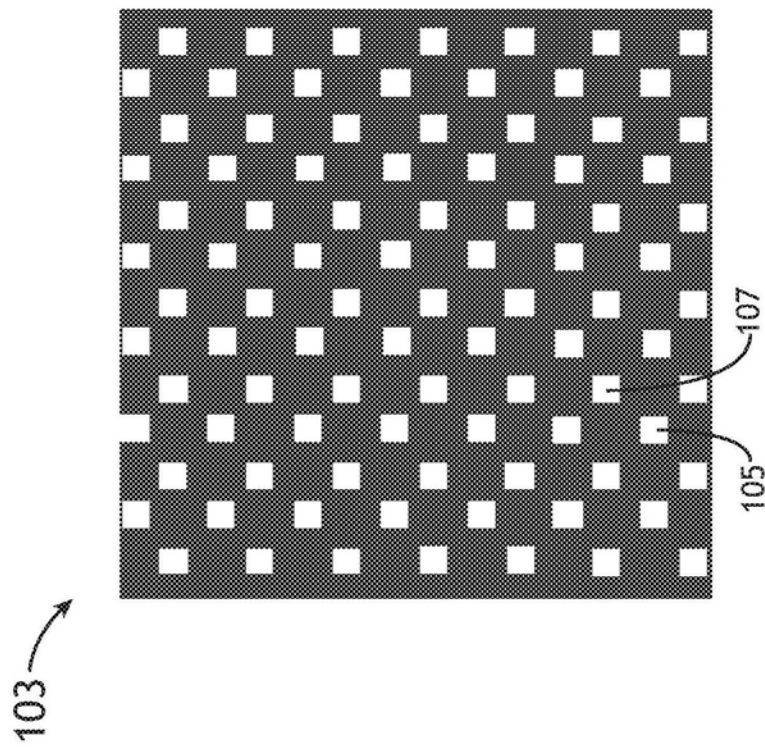


图1B

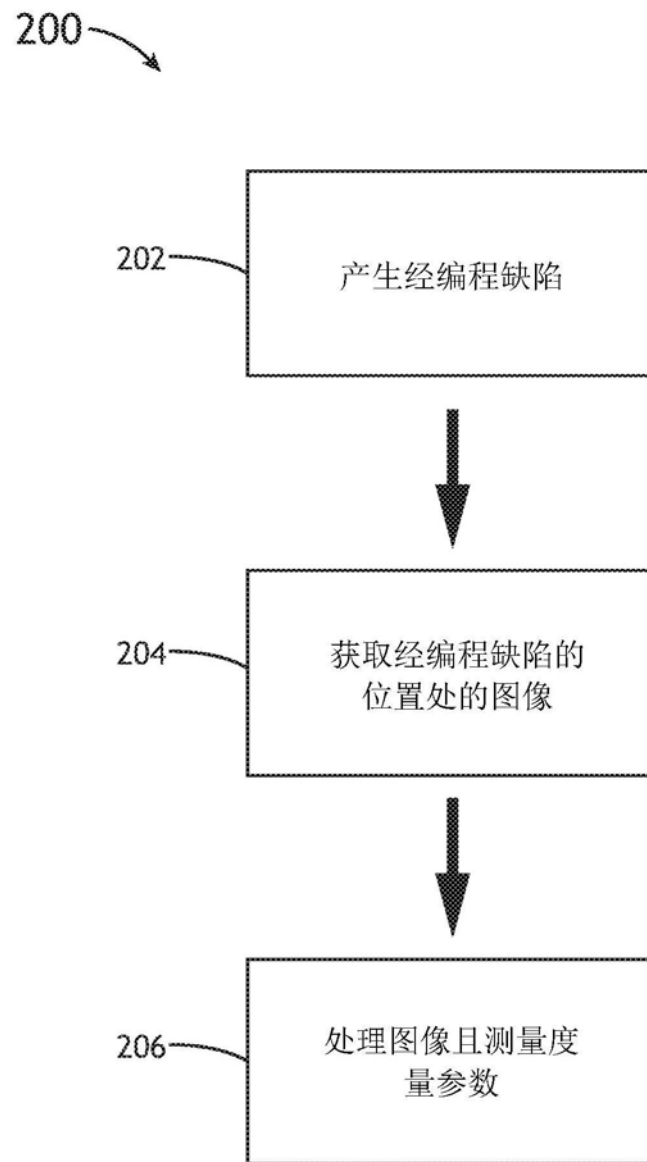


图2



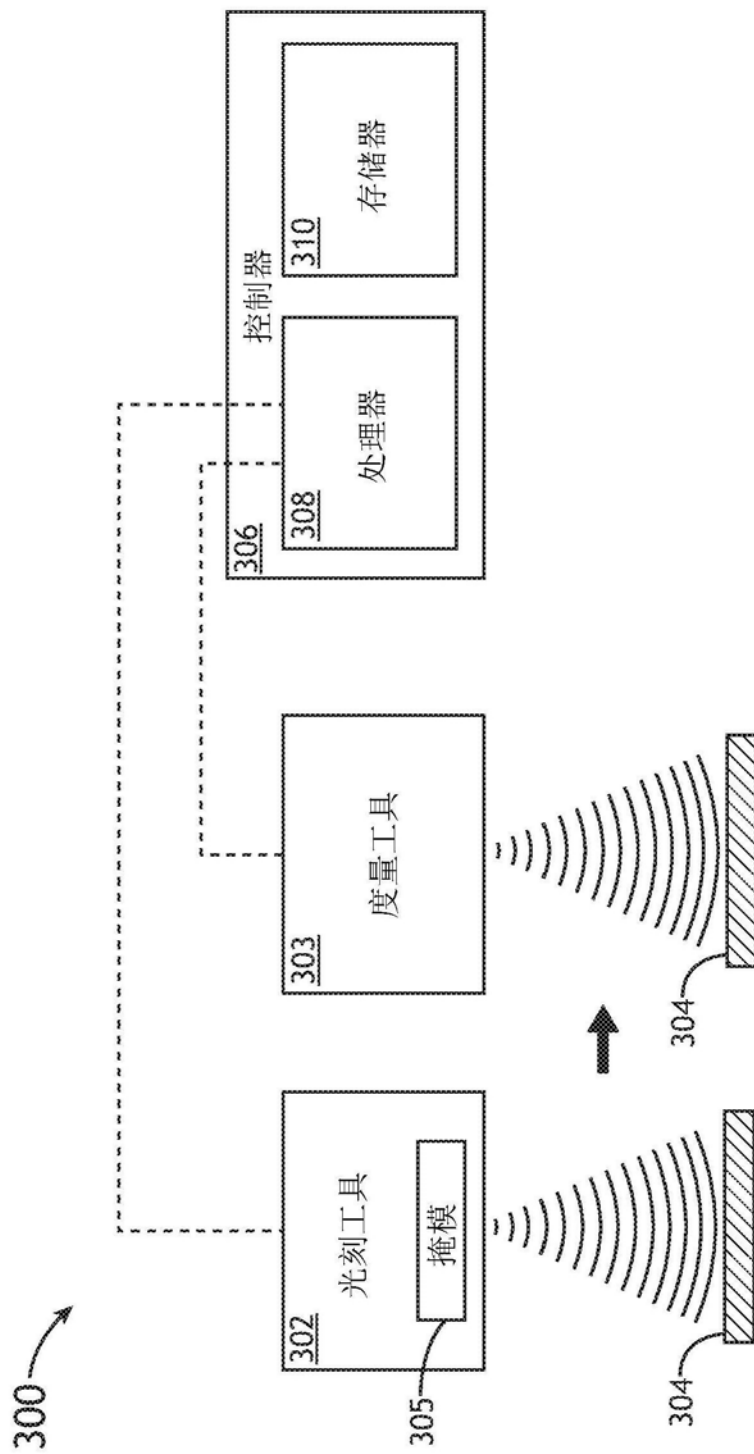


图3

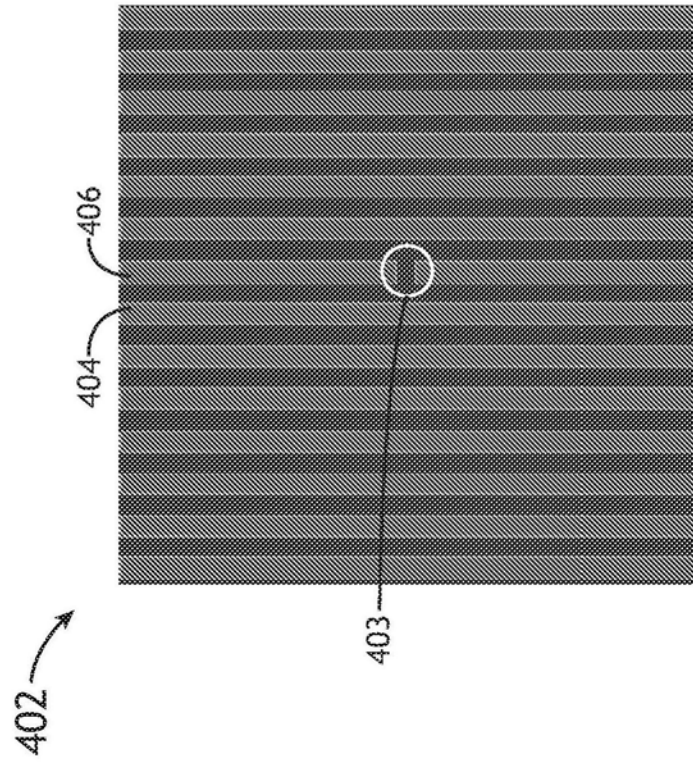


图4A

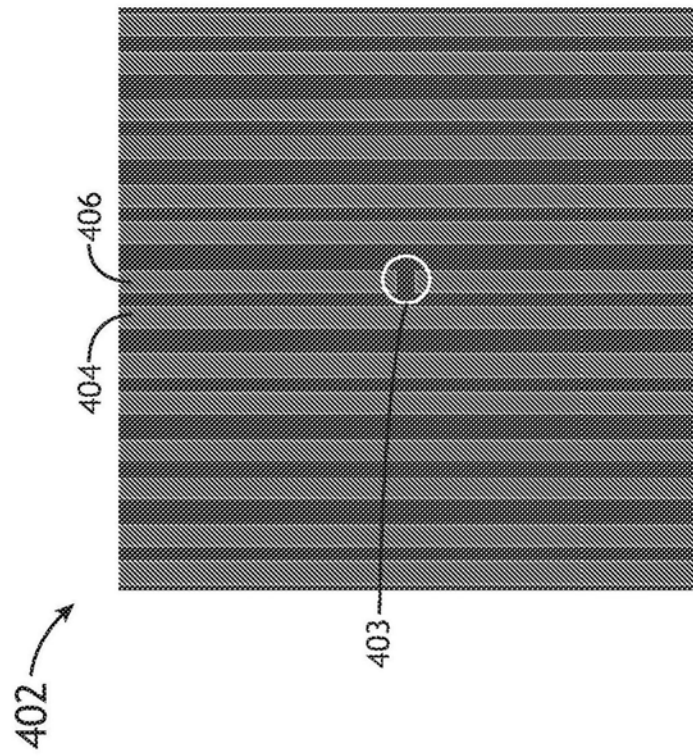


图4B

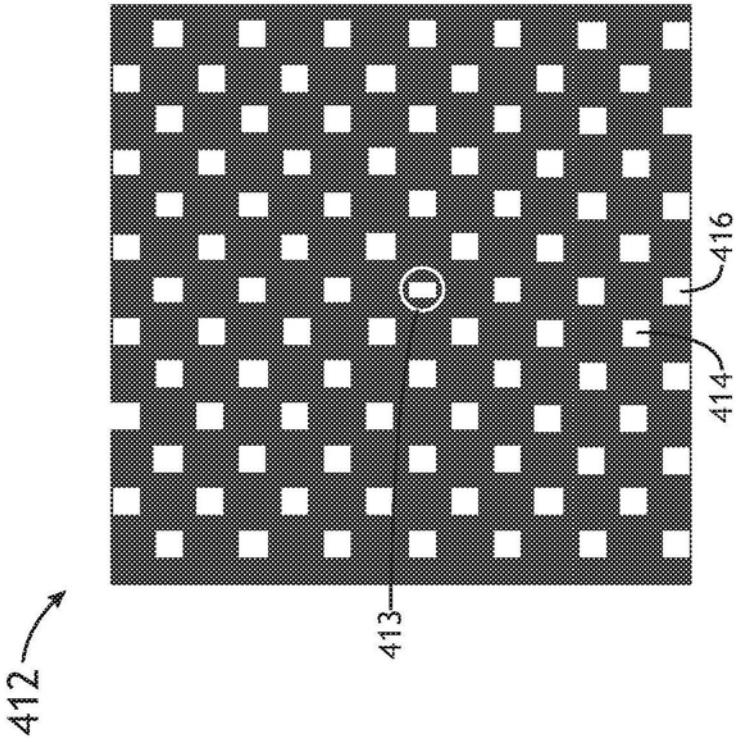


图4C

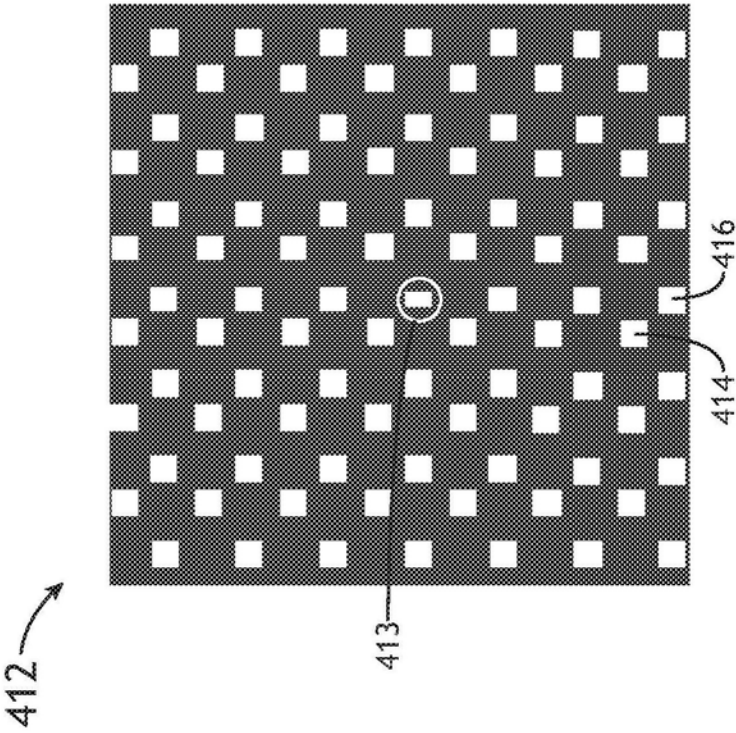


图4D

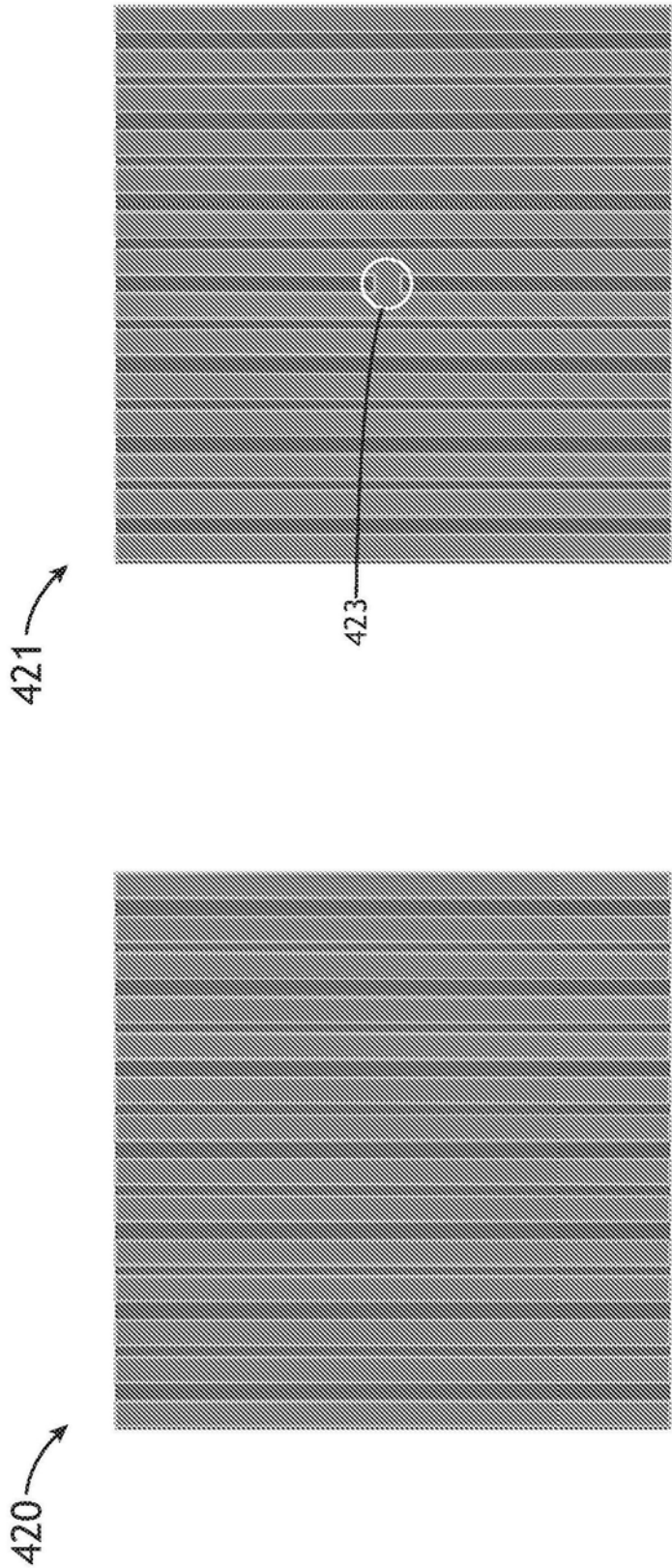


图4E

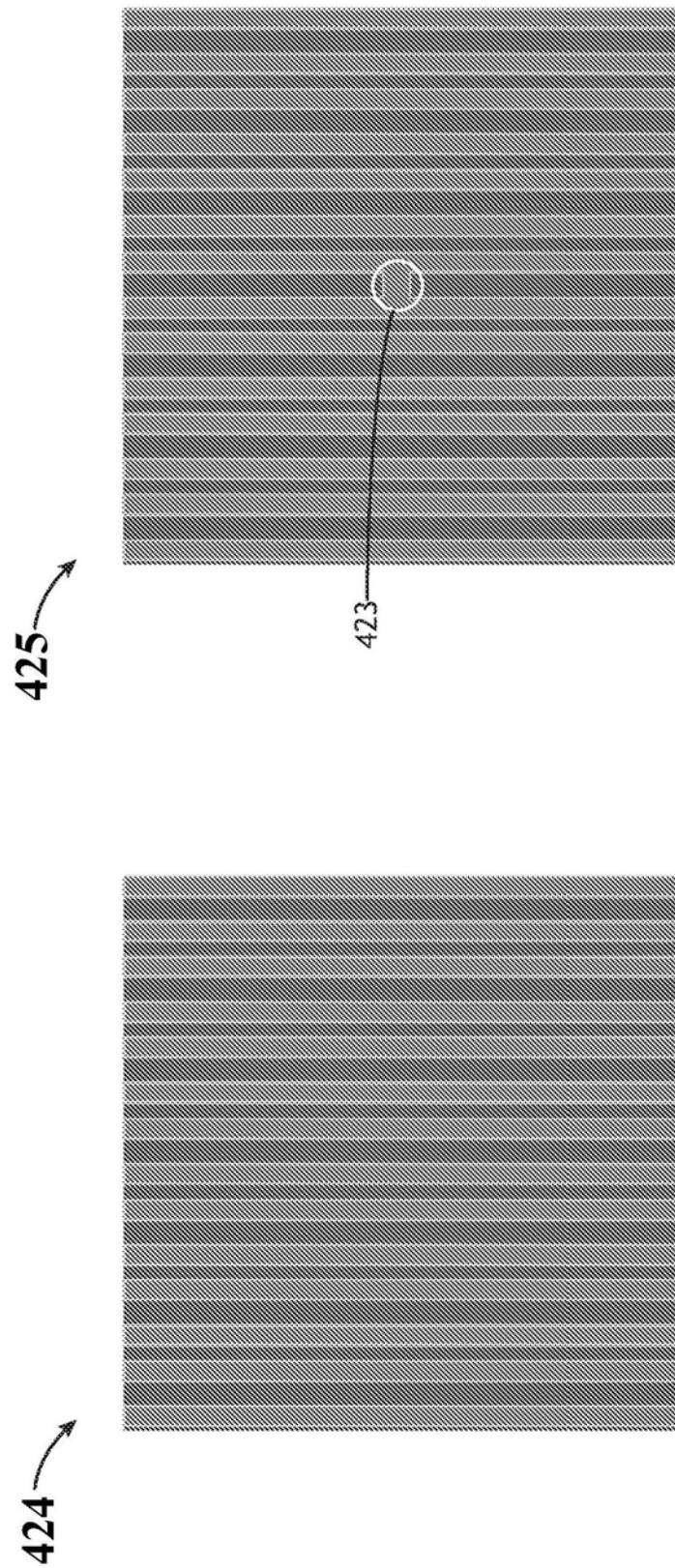


图4F

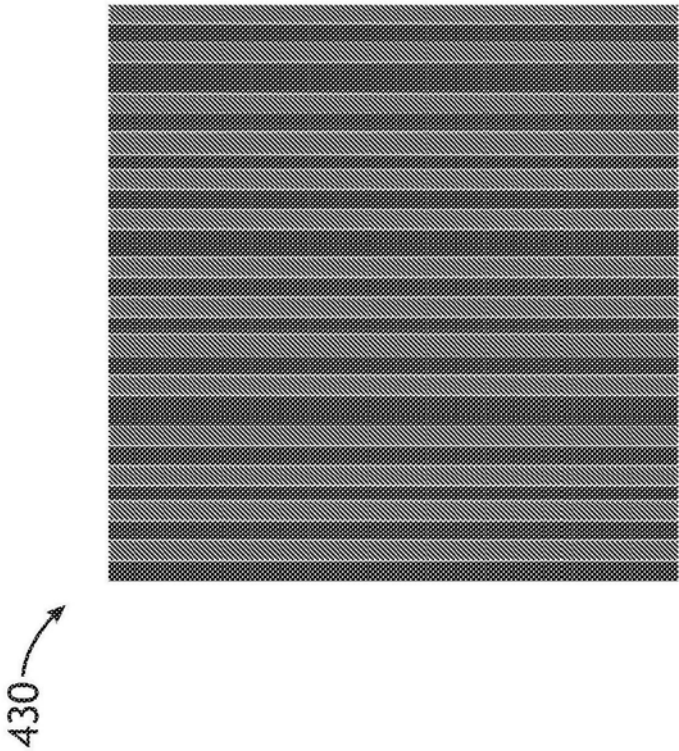


图4G

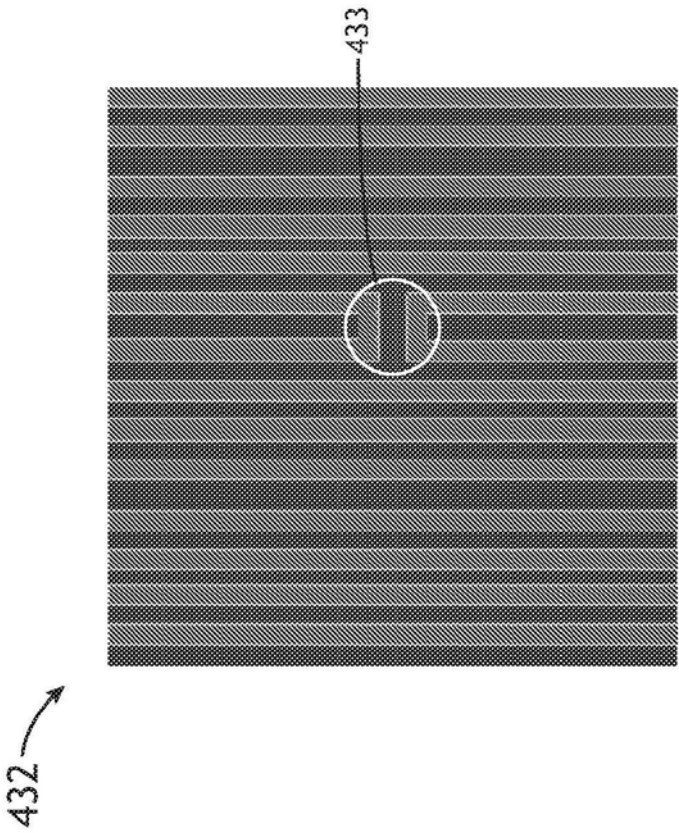


图4H



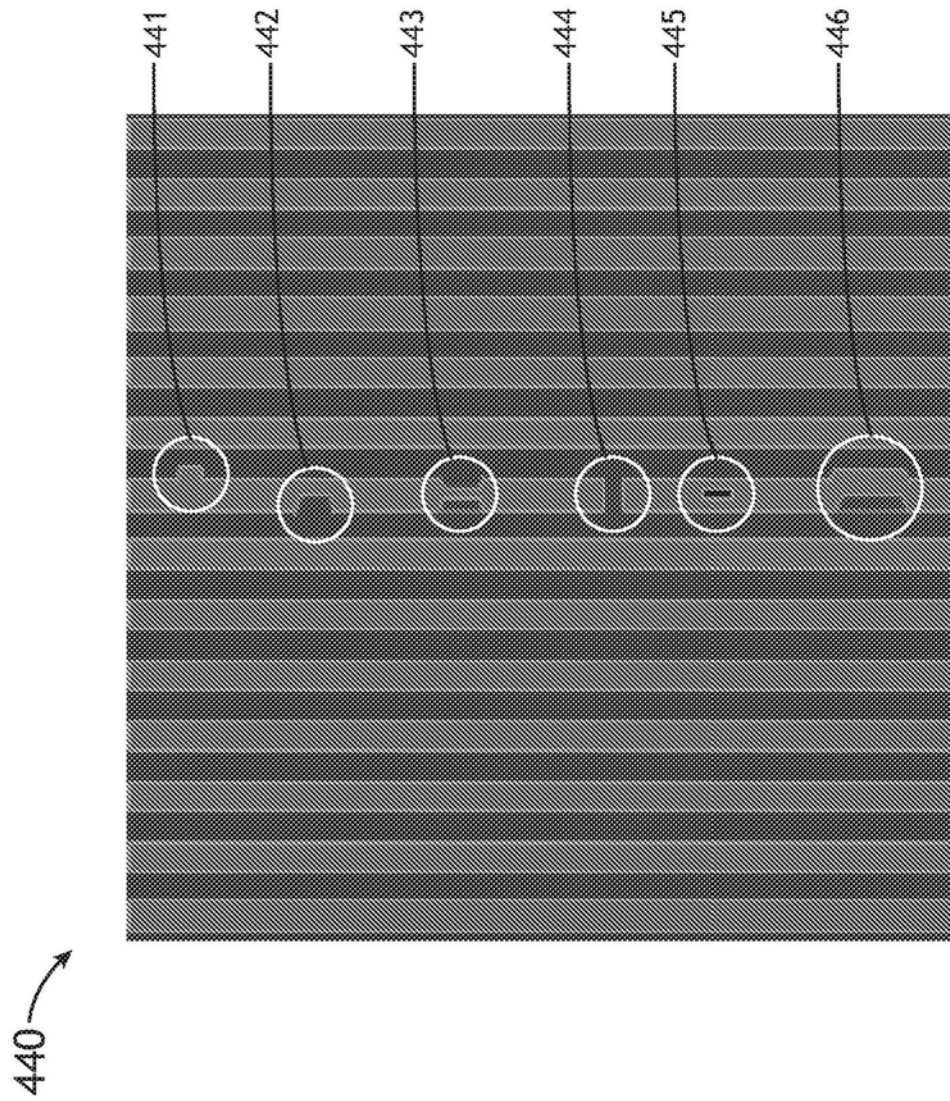


图4I

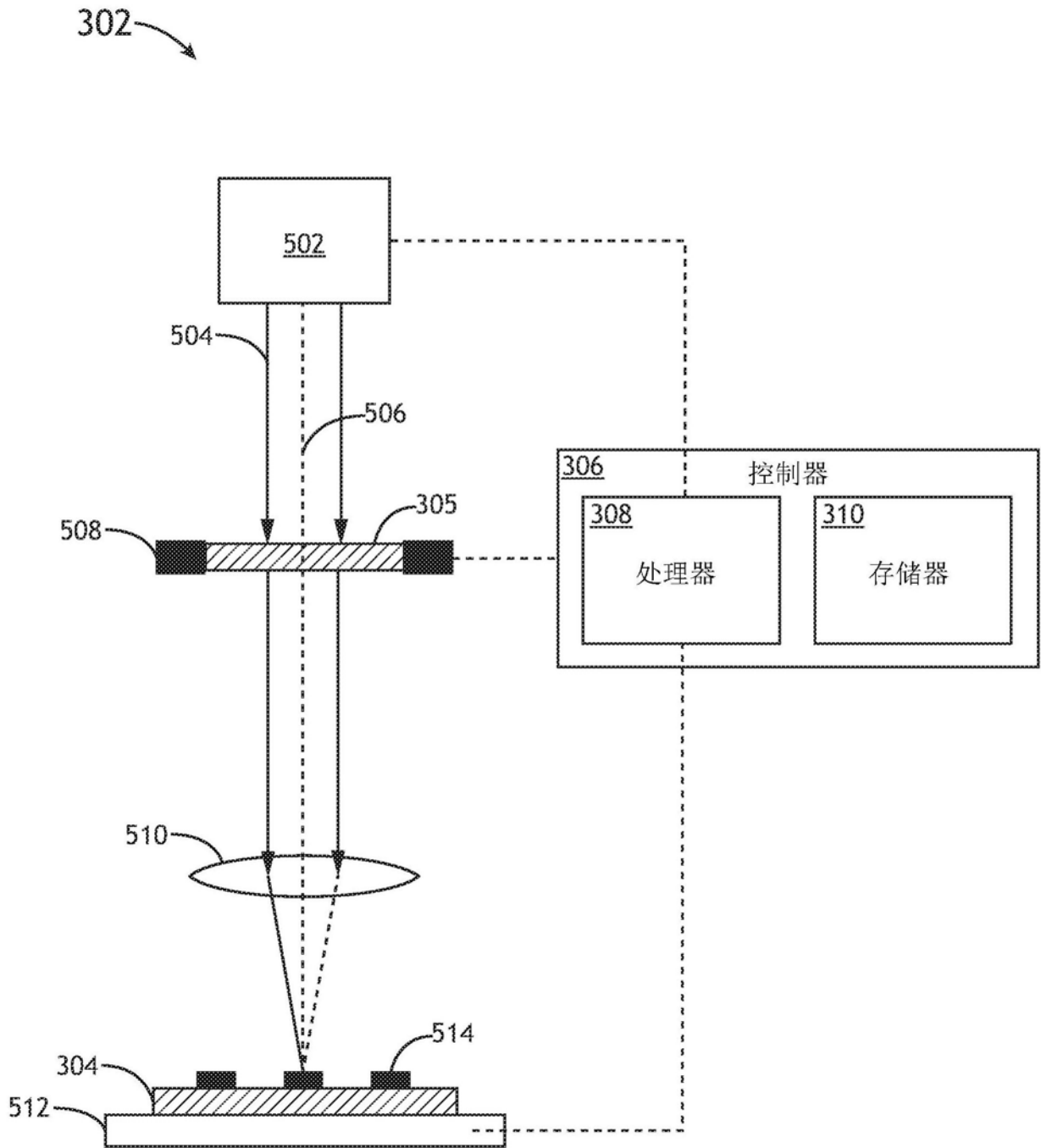


图5



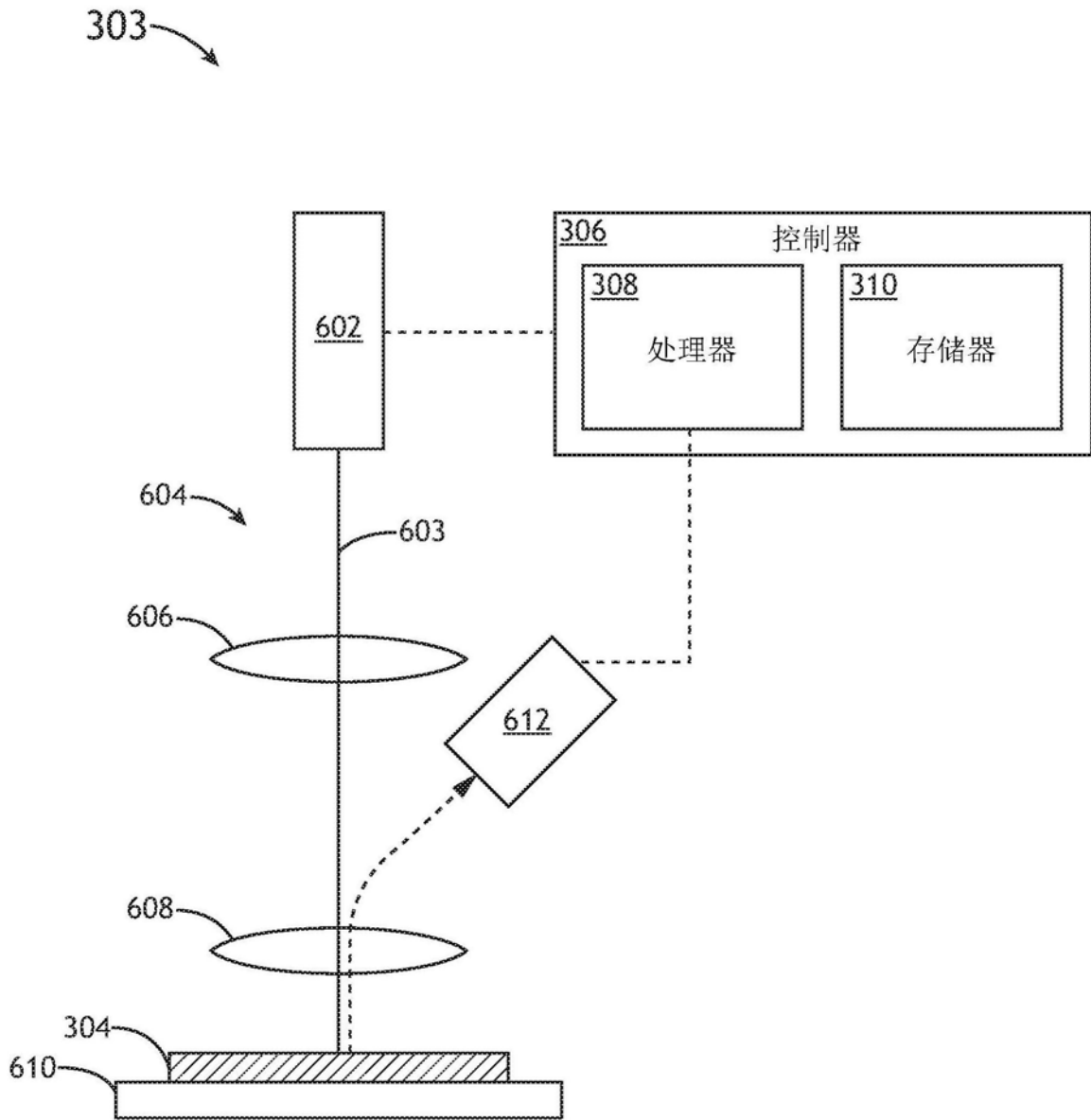


图6